

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie



**Návrh nového pracoviště skládání a
bodování kontejnerů ABROLL**

**The Design New Workplace Assembling
and Point Welding of Containers
ABROLL**

Autor diplomové práce:

Bc. Jiří Füst

Vedoucí diplomové práce:

Dr. Ing. Pavel Skalík

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jiří Füst**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie

Specializace: 10 Technologický management

Téma: **Návrh nového pracoviště skládání a bodování kontejnerů ABROLL**
The Design New Workplace Assembling and Point Welding of Containers ABROLL

Zásady pro vypracování:

1. Popis výrobku a předpokládaných operací.
2. Popis současného stavu strojírenské výroby a rozmístění pracovišť.
3. Návrh variant technologické dispozice pracoviště skládání a bodování kontejnerů ABROLL.
4. Ekonomický rozbor řešení technologické dispozice.
5. Celkové zhodnocení přínosu diplomové práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. 1.vydání. Ostrava: VŠB – TU Ostrava 1990. 195 s.
ISBN 80-7078-033-9

SLAMKOVÁ, E. a kol. *Priemyslové inžinierstvo*. 1. vydání Žilinská univerzita v Žiline, 1997, 198 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Dr.Ing. Pavel Skalík**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne: 19.05.2014

.....
Bc. Jiří Fůrst

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne: 19.05.2014

.....
Bc. Jiří Fürst

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jiří Fürst

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Klečůvka 23
763 11 Zlín

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

FÜRST, J. *Návrh nového pracoviště skládání a bodování kontejnerů ABROLL : diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 54 s. Vedoucí práce: Skalík, P.

V diplomové práci se zabývám návrhem nového pracoviště skládání a bodování kontejneru typu Abroll. V úvodní části se věnuji popisu technologie výroby kontejneru Abroll, včetně popisu celkové situace a stávajícího řešení. V další části navrhuji několik variant technologické dispozice pracoviště včetně jejich silných a slabých stránek. Jednotlivé varianty pracovišť jsou postaveny na odlišném způsobu manipulace s břemenem. V první variantě probíhají manipulace otočným jeřábem, v druhé mostovým a ve třetí variantě portálovým jeřábem. V závěru práce provedu ekonomický rozbor a celkové hodnocení jednotlivých řešení.

Klíčová slova: Abroll, skládání, bodování, kontejner, pracoviště, návrh

ANNOTATION OF MASTER THESIS

FÜRST, J. *The Design New Workplace Assembling and Point Welding of Containers ABROLL : Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 54 p. Thesis head: Skalík, P.

This diploma thesis deals with the proposal of a new workplace assembling and point welding of Abroll container type. The introductory part describes the technology of a production of Abroll container, including a description of the overall situation and the existing solutions. In the next section, I propose several variants of technological layout of the workplace, including their strengths and weaknesses. Individual variants of workplaces are different in the way of manipulation of the load. In the first type of workplace the load is carried out by manipulation with a rotary crane, in the second by the bridge crane and in the third one by the gantry crane. In conclusion, I make an economic analysis and an overall assessment of each solution.

Keywords: Abroll, assembling, point welding, container, workplace, design

Poděkování

Děkuji za metodické vedení a cenné připomínky Dr. Ing. Pavlu Skalíkovi. Dále děkuji Pavlu Füstovi – autorizovanému staviteli a firmě Ganas za cenovou nabídku jeřábů.

Obsah

strana

Úvod	8
Legislativa a normy	9
1. Popis výrobku a předpokládaných operací	10
1.1. Popis výrobku	10
1.2. Popis předpokládaných operací	12
1.3. Výrobní kapacita prac. skládání a bodování kontejneru, výrobní postup, materiálové toky	16
1.3.1. Efektivní časový fond a využitelná kapacita	16
1.3.2. Výpočet technickoorganizačních ztrát T_E	16
1.3.3. Určení výrobní kapacity	20
1.3.4. Materiálové toky	21
2. Popis současného stavu strojírenské výroby a rozmístění pracovišť ..	22
2.1. Výrobní hala I	22
2.2. Výrobní hala II	23
2.3. Výrobní hala III	25
2.4. Výrobní hala IV	26
3. Návrh variant technologické dispozice pracoviště skládání a bodování kontejnerů Abroll	27
3.1. Manipulace otočným jeřábem (stávající řešení)	27
3.2. Manipulace mostovým jeřábem	28
3.2.1. Efektivní časový fond a využitelná kapacita varianta b)	28
3.2.2. Výpočet technickoorganizačních ztrát T_E	31
3.2.3. Určení výrobní kapacity	32
3.3. Manipulace portálovým jeřábem	33
3.3.1. Efektivní časový fond a využitelná kapacita varianta c)	33
3.3.2. Výpočet technickoorganizačních ztrát T_E	36
3.3.3. Určení výrobní kapacity	37
4. Ekonomický rozbor řešení technologické dispozice	38
4.1. Volba parametrů zvedacích zařízení	38
4.2. Poptávka zvedacích zařízení	39
4.3. Ekonomický rozbor jednotlivých variant	41
4.3.1. Varianta a1)	41
4.3.2. Varianta a2)	42
4.3.3. Varianta b1)	43
4.3.4. Varianta b2)	44
4.3.5. Varianta c)	45
5. Celkové zhodnocení přínosu diplomové práce	46
6. Seznam použité literatury	48
7. Seznam použitých značek a symbolů	49
8. Seznam použitých obrázků	50
9. Seznam použitých tabulek	51
10. Seznam použitých vzorců	52
11. Seznam příloh	54

Úvod

Odpadové kontejnery jsou obalové a manipulační prostředky, používané na přepravu nákladu. V odpadových kontejnerech lze podle typu provedení přepravovat klasické komunální odpady, sypké materiály, nebezpečné látky, vozidla, pracovní stroje, náklad uložený na paletách a ve vodotěsných kontejnerech i kapalné látky.

Existují dvě základní varianty provedení odpadových kontejnerů (obrázek 1.). První variantou je typ Abroll, určený pro hákový nosič kontejnerů, druhou typ Mulden, určený pro ramenový nosič kontejnerů. Další verze provedení jsou tvarově blízké typu Abroll. Lišit se mohou např. v zákaznickém specifikovaných individuálních úpravách, definovaných konkrétním typem nákladu nebo úpravou systému natahování pro starší typy kontejnerových nosičů.

V diplomové práci se zabývám problematikou výroby kontejnerů malé, stabilní české firmy s dvacetiletou tradicí výroby kontejnerů, která má přibližně padesát zaměstnanců. Jméno firmy není uvedeno záměrně. Firma dodává kontejnery z části na tuzemský trh, převážně však na některé zahraniční trhy. Současná výrobní kapacita potřebám zákazníků dostahuje. Občasné navýšení poptávky je kompenzováno z části přesčasy a z části kooperací. Dlouhodobým cílem firmy je posílení pozice na současných trzích a expanze na trhy další. Jedním z faktorů, limitujících tyto snahy, je právě výrobní kapacita firmy.

Analýza výrobní kapacity jednotlivých pracovišť prokázala, že nejslabším článkem procesu výroby je pracoviště skládání a bodování kontejneru. Ostatní pracoviště mají dostatečné kapacitní rezervy nebo lze jejich kapacitu s minimálními náklady a časovými nároky navýšit.

Cílem této práce je návrh nového pracoviště skládání a bodování kontejnerů typu Abroll. Nově navržené pracoviště by mělo odstranit nedostatky, zjištěné při analýze stávajícího řešení, snížit výrobní náklady, optimalizovat výrobní časy kontejneru a umožnit tak další expanzi, definovanou dlouhodobým cílem firmy. Analýza stávajícího pracoviště, skládání a bodování kontejnerů typu Abroll je součástí této práce.

Legislativa a normy

Klíčovou normou pro výrobce kontejnerů Abroll a pro výrobce kontejnerových nástaveb, určených pro český, německý, slovenský, polský a další trhy, je německá norma DIN 30722-1:2007-02. Norma definuje závazné rozměrové parametry kontejnerů Abroll v závislosti na umístění natahovacích a zajišťovacích prvků. Tím standardizuje „propojovací“ rozměry mezi kontejnerem a kontejnerovou nástavbou pro výrobce obou těchto zařízení.

Dříve vyráběné kontejnery byly považovány za součást vozidla a z toho důvodu podléhaly schválení typu vozidla ministerstvem dopravy. Ke každému kontejneru byl vydáván typový list s uvedením jeho parametrů. To už není, díky legislativní změně, několik let nutné. Nyní se kontejner považuje za náklad a není tedy posuzován jako součást vozidla. Podle nové úpravy musí kontejner splňovat pouze podmínku omezení maximálních vnějších rozměrů, která vychází ze Zákona č. 361/2000 Sb. - Zákon o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších právních předpisů. To umožnilo výrobcům kontejnerů pružně vyhovět zákazníkům při požadavcích na individuální úpravy. Nyní jsou kontejnery vyráběny ve velkém množství odlišných typů. Odlišnosti jsou tvarové, rozměrové, hmotnostní i s různou nosností.

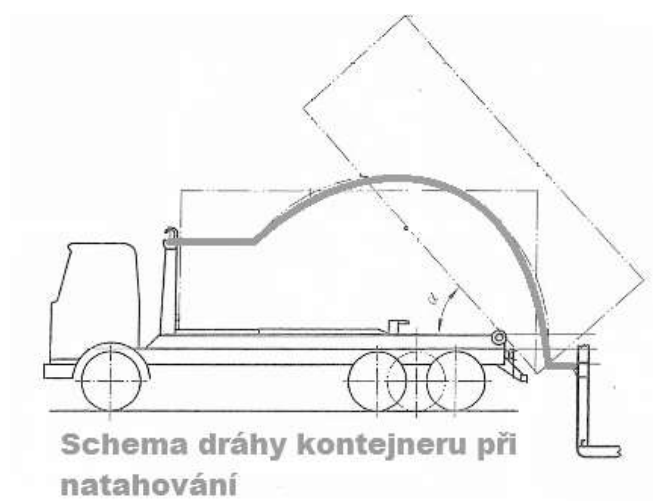


Obr. 1. Odpadové kontejnery
Vlevo: Kontejner typ Abroll Vpravo: Kontejner typ Mulden

1. Popis výrobku a předpokládaných operací

1.1. Popis výrobku

Kontejnery typu Abroll jsou velkoobjemové skořepinové konstrukce. Z výrobního hlediska se jedná o rozměrné svařence, složené z rámu (skeletu) a opláštění. Velikost a hmotnost těchto svařenců sebou přináší specifické výrobní požadavky a s nimi související komplikace.



Obr. 2. Schéma natahování (zdroj: Norma DIN 30722-1:2007-02)

Základem každého kontejneru Abroll je natahovací rám (viz. Příloha č.1 – Abrollrám a Příloha č.2 - Abroll). Ten se skládá ze dvou částí. První část tvoří dvě lyžiny z válcovaného profilu IPN 180. Druhou tvoří dvě stojiny také z válcovaného profilu IPN 180. Stojiny jsou vzájemně spojeny natahovacím hákem, ohnutým do požadovaného tvaru a vyrobeným z kulatiny $\varnothing 50$ mm. Lyžiny jsou v zadní části spojeny koncovým žebrem z válcovaného profilu UPN 180, výjimečně z plechu ohýbaného do profilu U 180 x 70 x 5 mm. Ke koncovému žebrou jsou přivařeny rolny, vyrobené z bezešvé hladké trubky $\varnothing 159 \times 6,3$ mm pro možnost přesunu kontejneru na krátké vzdálenosti, ale hlavně pro snazší natažení na kontejnerovou hákovou nástavbu. Obě části jsou vzájemně svařeny.

Natahovací rám, nebo také Abrollrám, je základní pevnostní částí konstrukce kontejneru, která přenáší většinu sil při natahování a manipulacích s kontejnerem. Na svár, spojující horizontální a vertikální část, je kladen velký důraz a silový spoj může

být v případě požadavku zákazníka na vyšší nosnost zesílen např. výztuhou z plechu o tloušťce 8 - 10 mm.



Obr. 3. Abrollrám speciál

K Abrollrámu jsou přivařeny horizontální a vertikální žebra U 90 x 55 x 4 mm z ohýbaného plechu. Koncová vertikální žebra, která navazují na horizontální žebro osazené rolnami, jsou z válcovaného profilu UPN 180, výjimečně z ohýbaného profilu U 180 x 70 x 5 mm. Na koncová žebra jsou po sestavení a dovaření celého kontejneru zavěšena vrata. Nejčastěji se montují dvoukřídlá vrata. Podle požadavku zákazníka je možné kontejner osadit jednokřídlými vraty, vraty s obilnou klapkou, sklopnými vraty nebo kombinací sklopných a otvíravých vrat. V horní části jsou všechna vertikální žebra a obě stojiny vzájemně spojeny lemem. U kontejnerů určených na lehké odpady, jako jsou například papír nebo plasty, se používá horní lem z ohýbaného C profilu nebo jekl s tloušťkou stěny 3 – 4 mm. U standardního kontejneru Abroll se pro lem používá trubka bezešvá hladká Ø 88,9 x 6,3 mm. Do vzniklého rámu jsou vloženy plechy. Ty jsou přivařeny k žebřům i k lemové trubce. Po svaření celého kontejneru následuje lakování a expedice k zákazníkovi.

Standardní kontejner je vyrobený z oceli ČSN 11 373 (S235JRG1 dle ČSN EN 10025+A1 /420904). Kontejnery, s vyššími nároky na odolnost (určené např. pro kovové odpady), jsou vyrobeny z oceli ČSN 11 523 (S355J0 dle ČSN EN 10025+A1 /420904). Na přání zákazníka je možné použít plechy se zvýšenou odolností proti otěru, nejčastěji HARDOX 450 vložené do kostry z oceli ČSN 11 523 (S355J0 dle ČSN EN 10025+A1 /420904). Vzhledem k vysoké ceně plechů HARDOX, není výjimkou ani kombinace plechů ČSN 11 523 (S355J0 dle ČSN EN 10025+A1 /420904) pro boční a čelní plech a HARDOXu 450 pro plech podlahy.

1.2. Popis předpokládaných operací

Při skládání kontejneru se nejprve vypálené a připravené lyžiny ustaví na kozy. Na lyžinách se vypaluje přední oblouk, zadní úkos a výkroj pro koncové horizontální žebro. V přední a zadní části jsou mezi lyžiny přivařeny pásy, držící jejich požadovanou rozteč. Spojení stojiny s hákem se provádí na samostatném, specializovaném pracovišti a na pracoviště skládání a bodování kontejneru je dopraven již kompletně dovařený díl. Ten díl se svaří s lyžinami a vznikne Abrollrám.

Na dalším samostatném pracovišti jsou svařena obě boční a podlahové žebro do jednoho kusu. Na žebra jsou použity ohýbané U profily U 90 x 55 x 4 mm. Na žebrech jsou již připraveny úkoso pro vzájemné svaření a vypáleny obloučky pro usazení lemu. Svařence jsou postupně skládány na lyžiny a to směrem od stojiny k zadní části kontejneru. Mezi jednotlivé svařence žeber jsou v místě lyžin vkládány připravené vymežovací pásy plechu, určující vzájemnou rozteč žeber pro usnadnění montáže. Pásy současně slouží i jako opora podlahového plechu.



Obr. 4. Montáž žeber kontejneru

Po umístění a přivaření svařence koncového žebra jsou k němu po stranách navařeny komplety rolen, připravované na samostatném pracovišti. Následně je celý blok jeřábem sejmут z koz a další práce již probíhají s kontejnerem umístěným na podlaze.



Obr. 5. Dokončený skelet a vkládání vnitřních plechů

Všechna žebra a obě stojiny se v horní části spojí lemem. Lemová trubka je před montáží zkrácena a zauhlována pro usnadnění montáže. Tím vzniká skelet připravený na montáž plechů.



Obr. 6. Dokončený skelet a vkládání vnitřních plechů

Do připraveného skeletu jsou postupně vkládány plechy čela a bočnic. Nejčastěji se používají plechy o tloušťce 4 mm. Plechy jsou vkládány za pomoci jeřábu a samosvorných čelistí. Pro umístění plechů na správnou pozici a k jejich konečnému

ustavení před přivařením se používá speciální přípravek. Tím přitlačí jeden pracovník plech k žeburu a druhý jej naboduje. Po kompletní montáži bočnicových plechů jsou do kontejneru jeřábem vloženy plechy podlahy. Tloušťka podlahového plechu je nejčastěji 5 mm. Plech podlahy je nabodován k plechům bočnic a čela.

Sestavený a nabodovaný kontejner je přemístěn na pracoviště dovařování.



Obr. 7. Pracoviště dovařování

Po dovaření celého kontejneru jsou na dalším pracovišti osazena vrata, upevněná na zadní žebra a případně i střecha. Kontejner dále pokračuje do lakovny, kde se provede nástřik povrchové vrstvy. Nejčastěji se používá syntetická barva z důvodu její nízké ceny. Následně je kontejner expedován zákazníkovi.

1.3. Výrobní kapacita pracoviště skládání a bodování kontejneru, výrobní postup, materiálové toky

U stávajícího řešení (viz Příloha č.8 - Varianta a)) se předpokládá rozfázování výrobního cyklu jednotlivých pracovišť tak, aby se minimalizoval souběh požadavků na jeden, centrálně umístěný, otočný jeřáb. Snahou je docílit ideálního stavu, kdy je souběh požadavků nulový, tedy nevznikají technickoorganizační ztráty.

1.3.1. Efektivní časový fond a využitelná kapacita [1]

Efektivní časový fond dělníka pro rok 2014 E_{d2014} .

Počet dnů v roce $D_r = 365$ dnů.

Dny sobot a nedělí $A = 104$ dnů.

Dny placených svátků $B = 9$ dnů.

Dny dovolené $C = 20$ dnů.

Průměrný počet dnů pracovní neschopnosti $G = 8$ dnů.

$$E_{d2014} = D_r - A - B - C - G = 365 - 104 - 9 - 20 - 8 = 224 \text{ dnů.} \quad (1) [1]$$

Efektivní časový fond dělníka hodinový E_{d2014h}

h_d = počet hodin za den

$$E_{d2014h} = E_{d2014} * h_d = 224 * 24 = 5376 \text{ hod.} \quad (2) [1]$$

Využitelná kapacita pracoviště je stanovena 2 100 hodin/rok pro jednosměnný provoz [1].

1.3.2. Výpočet technickoorganizačních ztrát T_E

Technickoorganizační ztráty se dělí na ztráty víceprací T_{E1} a ztráty čekáním T_{E2} [2]. Technickoorganizační ztráty jsou dány technologií manipulace s břemenem. Tři pracoviště skládání a bodování kontejnerů Abroll obsluhuje jeden otočný jeřáb. Technickoorganizační ztráty vznikají při čekání jednoho pracoviště na uvolnění jeřábu jiným pracovištěm, jedná se tedy o ztráty T_{E2} .

Výrobní postup - skládání a bodování kontejneru						
Součást:	Kontejner ABROLL 6000x2300x2000				Strana:	1/2
Stroj:	1)	Svářecí poloařez ForMIG 350 Výr: Formica spol. s r.o. Nitra	Technický plyn:	Argon/CO ₂ : 82% Ar/18% CO ₂		
			Přídavný materiál:	EN 4400:G35 2 C G3Si1		
	2)	Otočný jeřáb - 3200 kg				
Číslo op.	Stroj	Popis operace			Čas op.	Čas ztrát.
10	2	Ustavení lyžin na kozy			8	4
20	1	Přivaření pomocných pásovin ustavujících rozteč lyžin v přední a zadní části 300 mm od kraje			4	
30	2	Ustavení stojiny na lyžiny			7	3
40	1	Svaření lyžin a stojiny			4	
50	-	Umístění prvního svařence žebra na lyžinu, vystředění a doražení na stojinu			4	
60	1	Přivaření prvního svařence žebra ke stojině a lyžině			2	
70	-	Umístění mezižebního vymezovacího pásu na lyžinu a doražení ke svařenci žebra			1	
80	1	Přivaření mezižebního vymezovacího pásu ke spodní části svařence žebra a lyžině			1	
90	-	Umístění svařence žebra na lyžinu, vystředění a doražení na mezižební vymezovací pásek			4	
100	1	Přivaření svařence žebra k vymezovacímu pásku a lyžině			2	
110	-/1	Střídání operace 7 až 10 dle počtu předepsaných žeber - 7x			56	
120	2	Umístění svařence koncového žebra do vypáleného prostoru na konci lyžin			8	4
130	1	Přivaření koncového žebra k lyžinám			4	
140	-	Umístění rolen na koncové žebro			4	
150	1	Přivaření rolen ke koncovému žeburu			2	
160	2	Přesunutí celého svařence na podlahu			10	5
170	-	Sestavení lemové trubky			5	
180	1	Svaření lemové trubky			4	
190	2	Umístění lemové trubky na žebra a stojiny kontejneru			7	4
200	1	Přivaření lemové trubky k žebřím a stojinám			16	

Tab. 1. Výrobní postup otočný jeřáb 1

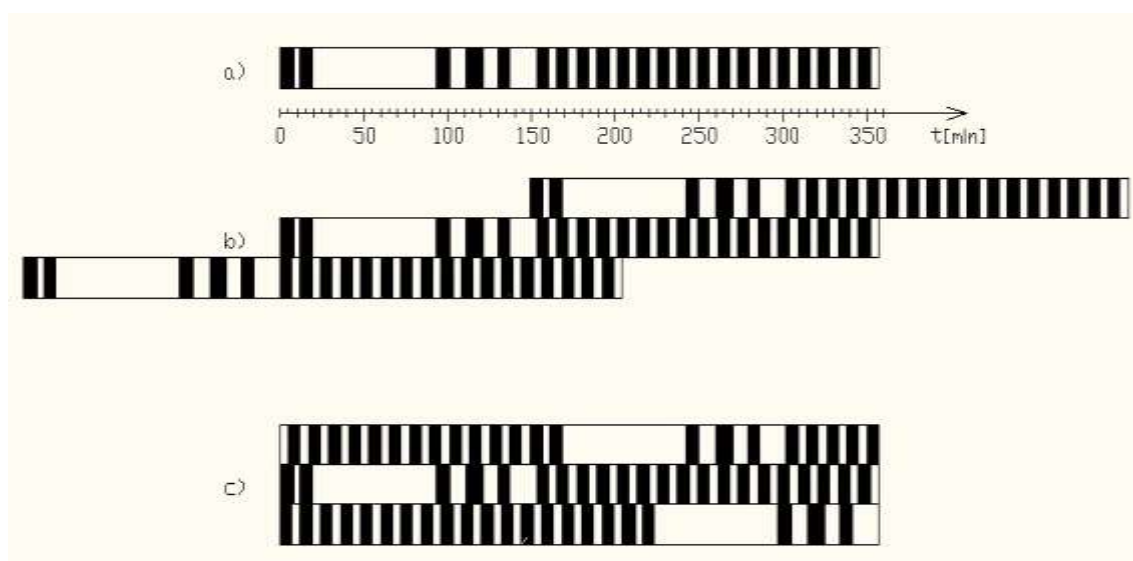
[illegible]

Tab. 2. Výrobní postup otočný jeřáb 2

Stanovení ztrátového času T_{E2} provedu součtem dílčích časů z grafického znázornění (obrázek 8.), zpracovaného v programu Auto CAD.

Postup odečtu hodnot T_{E2} :

- 1) Časy jednotlivých činností získané z výrobního postupu zakreslím do časové osy (obrázek 8. a)). Tmavá pole znázorňují délku práce jednoho pracoviště s jeřábem v minutách, bílá pole znázorňují délku práce bez jeřábu.
- 2) Složení činností všech tří pracovišť provedu tak, že začátky činností jednotlivých pracovišť rozfázuji (obrázek 8. b)). Tím dojde k maximálnímu možnému rozložení požadavků jednotlivých pracovišť na jeřáb.
- 3) Časově posunuté začátky činností jednotlivých pracovišť sestavím do jednoho bloku (jedné pracovní směny) pro přehledný odečet hodnot (obrázek 8. c)).
- 4) Grafický záznam práce si rozdělím na dílčí bloky kvůli snazšímu a přehlednějšímu získání hodnot. V hodnoceném bloku sečtu délky všech černých polí a od jejich součtu odečtu hodnotu reálného času posuzovaného bloku, získanou z časové osy. Výsledky z jednotlivých bloků sečtu a získám čas technickoorganizační ztráty. Celkový odečtený ztrátový čas T_{E2} jednoho pracoviště je 122 min. Hodnotu zapracuji do výrobního postupu.



Obr. 8. Grafické znázornění souběhu požadavku na otočný jeřáb

1.3.3. Určení výrobní kapacity [1]

Stanovení výrobní kapacity provedu pomocí převedeného výrobního programu. Využiji skutečného představitele - kontejner Abroll o vnitřních rozměrech 6000 x 2300 x 2000 mm, který tvoří až 60 % výrobního programu. Na kontejner je výše vypracován výrobní postup, ze kterého získám časovou náročnost

$$t_p = 479 \text{ min} = 7,98 \text{ hod.}$$

Pro další typy kontejnerů zvolím přepočítací koeficienty podle vzorce:

$$k_j = \frac{t_j}{t_p} \quad (3) [1]$$

k_j = přepočítací koeficient j-tého výrobku

t_j = skutečná pracnost j-tého výrobku

t_p = skutečná pracnost typového představitele.

Roční výrobní kapacita pro typového představitele Q_p

$$Q_p = \frac{Ed_{2014h}}{t_p} = \frac{5376}{7,98} = 673,68 \text{ ks/rok.} \quad (4) [1]$$

Roční výrobní kapacita jednoho pracoviště skládání a bodování kontejneru je 674 kontejnerů, odpovídajících náročností typovému představiteli.

1.3.4. Materiálové toky [2]

Materiálový tok je klíčovým údajem při návrhu technologie manipulace materiálu. Informace o množství přepravovaného materiálu je jedním ze vstupních parametrů pro správnou volbu dopravní cesty i manipulačního prostředku. Zpracování materiálových toků provedu metodou šachovnicové tabulky. V tabulce jsou zaznamenány manipulace v kilogramech za jednu směnu.

Pořadové číslo a název objektu		Objekty odebírající															Součet [kg/směna]
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Objekty odeslající	1	Sklad		100	1942		60	108	450					30			2690
	2	Pálící stroj						60				10	20			10	100
	3	Dělení plechů				995				550		145				252	1942
	4	Ohýbání plechů					100		190	450		15	240				995
	5	Obrobna						40				15				5	60
	6	Pilky						60				65	60			23	208
	7	Kompletace stojín, lyžín a rolen								560						50	610
	8	Kompletace žeber								190							190
	9	Skládání a bodování kontejnerů									1750						1750
	10	Dovařování kontejnerů										1750					1750
	11	Kompletace a montáž vrat											2000				2000
	12	Kompletace a montáž střech												2320			2320
	13	Lakovna													2350		2350
	14	Expedice															0
	15	Kovový odpad															0
Součet [kg/směna]		0	100	1942	995	60	208	610	190	1750	1750	2000	2320	2350	2350	340	33930

Tab. 3. Šachovnicová tabulka materiálových toků

Přehlednější, ale méně přesné, grafické znázornění je ve variaci na Sankeyův diagram [1] zakresleno do schémat jednotlivých hal (viz Příloha č.4 – Hala I, Příloha č.5 – Hala II, Příloha č.6 – Hala III, Příloha č.4 – Hala IV). Rozdíly v množství manipulovaného materiálu jsou zaznamenány rozdílnou tloušťkou čar jednotlivých dopravních cest. Silnější čára symbolizuje větší množství přepravovaného materiálu.

2. Popis současného stavu strojírenské výroby a rozmístění pracovišť

V areálu firmy se nachází čtyři haly (viz Příloha č.3 – Schéma firmy), ve kterých je rozmístěna výroba nebo sklady. Hala I slouží převážně k přípravě a skládání kontejnerů, hala II slouží k dovařování, v hale III je umístěn lakovací box. Hala IV slouží částečně jako sklad a částečně je nevyužita.

2.1. Výrobní hala I

Hala I (viz Příloha č.4 – Hala I) je jednopodlažní železobetonová budova s plechovou sedlovou střechou. Z vnější strany je oplechována trapézovým plechem, který je opatřen ochranným nátěrem. Byla zkolaudována v roce 1972. Rozměry haly jsou 73 x 19 x 6 m. V hale je umístěn rozvod požární vody, suchovod, se dvěma hydranty a dále rozvod technického plynu CO₂ + Ar, včetně směšovací a regulační stanice. Ve středu haly je instalován jeřáb s otočným ramenem o nosnosti 3,2 tuny a jeřáb s kloubovým ručně otočným ramenem o nosnosti 250 kg.

V přední části haly je umístěno pracoviště dělení a ohýbání plechů. Na pracovišti pracuje celkem 6 zaměstnanců, rozdělených do tří pracovních skupin po dvou lidech. Stroje umístěné na pracovišti jsou tyto: strojní nůžky CNTA 3150 / 16A, výrobce Energ. Strojírny Brno, strojní nůžky CNTA 3150 / 10A, výrobce Strojírny Piesok a ohraňovací lis CTO 250 / 4000, výrobce Strojírny Piesok. Každá pracovní skupina obsluhuje jeden stroj. Pracoviště má vlastní malý mezisklad nových plechů pro zrychlení manipulace a zkrácení dávkových časů, dále sklad využitelného plechového odpadu, rozděleného do kategorií podle tloušťky plechů a podle zvolených rozměrových skupin. Toto rozdělení umožňuje snazší vyhledání požadovaného rozměru mezi odpadními plechy a tím snížení výrobních nákladů.

Ve střední části haly jsou umístěna tři pracoviště skládání a bodování kontejnerů, vzájemně oddělená mobilní zástěnou. Na pracovištích pracuje 6 zaměstnanců, rovnoměrně rozdělených do tří pracovních skupin. Stroje umístěné na pracovišti jsou tyto: 6x svářecí poloautomat Alf 310, výrobce Alfa In a.s., plazma PDX 85, výrobce Migatronik, jeřáb s otočným ramenem o nosnosti 3,2 tuny a ruční náradí, přidělené konkrétnímu zaměstnanci.

V koncové části haly je umístěno:

- pracoviště kompletace stojin, lyžin a rolen s jedním zaměstnancem, kde jsou v přípravku svařovány stojiny s hákem, kompletovány lyžiny a rolly. Na tomto pracovišti je používán vodou chlazený svařovací poloautomat ForMIG 400, výrobce Formica s.r.o. Nitra, jeřáb s kloubovým ručně otočným ramenem o nosnosti 250 kg a přidělené ruční nářadí.
- pracoviště kompletace žeber, kde jsou sestaveny a svařeny dvě boční a podlahové žebro. U pracoviště je umístěn excentrický lis s výkonem 35 tun. Na lisu jsou před kompletací vystříhány v podlahových žebrech odtokové drážky. Na tomto pracovišti je používán vzduchem chlazený svařovací poloautomat ForMIG 350, výrobce Formica s.r.o. Nitra, excentrický lis Vapri 35 Itálie a přidělené ruční nářadí. Pracoviště obsluhuje jeden zaměstnanec.
- kancelář mistrů s prosklenou čelní stěnou.
- sklad spotřebního materiálu pro ruční nářadí a svařovací automaty.
- sklad přídatného svařecího materiálu.

2.2. Výrobní hala II

Hala II (viz Příloha č.5 – Hala II) je jednopodlažní, železobetonová budova s plechovou sedlovou střechou. Stěny haly jsou z větší části vyplněné dvojitým izolačním sklem, vnější stěny jsou oplechovány hladkým pozinkovaným plechem, opatřeným ochranným nátěrem. Budova byla zkolaudována v roce 1973. Rozměry haly jsou 61 x 19 x 10 m. V hale je umístěn rozvod požární vody, suchovod, se dvěma hydranty, dále rozvod technického plynu CO₂ + Ar, napojený na směšovací a regulační stanici v hale I. V hale jsou instalovány dva mostové jeřáby se společnou jeřábovou drahou, každý s nosností 5tun. Jeřáby je možné ovládat z kabiny i ze země, ovládání z kabiny se nevyužívá.

V přední části haly je umístěno:

- pracoviště kompletace a montáže střech, obsluhované jedním zaměstnancem. Na pracovišti kompletace je střecha v přípravku sestavena a svařena, na

pracovišti montáže je montována na hotový kontejner před lakováním. Na pracovišti je používán vodou chlazený svařovací poloautomat ForMIG 450, výrobce Formica s.r.o. Nitra a přidělené ruční nářadí.

- pracoviště kompletace vrat, obsluhované jedním zaměstnancem. Vrata jsou v přípravku sestavena, nabodována a dovařena. Na pracovišti je používán vodou chlazený svařovací poloautomat ForMIG 450, výrobce Formica s.r.o. Nitra a přidělené ruční nářadí.
- sklad hotových vrat, připravených k montáži.
- pracoviště montáže vrat, obsluhované dvěma zaměstnanci. Na pracovišti jsou pomocí jeřábu připevněny vrata k dovařenému kontejneru a vyzkoušena jejich funkčnost. Na pracovišti jsou používány dva vodou chlazené svařovací poloautomaty ForMIG 450, výrobce Formica s.r.o. Nitra a přidělené ruční nářadí.

Ve střední části haly je umístěno 5 pracovišť dovařování kontejnerů, každé se dvěma zaměstnanci. Při dovařování kontejneru se k manipulaci používají dva instalované mostové jeřáby. Na pěti pracovištích je používáno 10 vodou chlazených svařovacích poloautomatů ForMIG 450, výrobce Formica s.r.o. Nitra a ruční nářadí, přidělené jednotlivým zaměstnancům. Pracoviště jsou vzájemně oddělena mobilní zástěnou. Ve střední části je také umístěn pomocný sklad přídatného materiálu pro svařovací poloautomaty.

V koncové části haly je instalován šablonový pálicí stroj RSZ Chotěboř a sklad výpalků.



Obr. 9. Hala II

2.3. Výrobní hala III

Hala III (viz Příloha č.6 – Hala III) je jednopodlažní železobetonová budova o rozměrech 74 x 24 x 10 m. Stěny haly jsou z větší části vyplněné dvojítm izolačním sklem, vnější stěny jsou oplechovány hladkým pozinkovaným plechem, opatřeným ochranným nátěrem. Budova byla zkolaudována v roce 1973. Střecha haly je sedlová s vikýři, z větší části vyplněná drátosklem. V hale je umístěn rozvod požární vody pod stálým tlakem, se dvěma hydranty. Hala je uvnitř dodatečně podélně rozdělena trapézovým plechem na dvě části. Menší z těchto částí je pronajata a nebude dále pojednávána.

V přední části haly jsou podél stěn umístěny pracoviště třískového dělení materiálu, se třemi pásovými strojními pilami MOD 370 MAN od výrobce Bianco Itálie. Na strojích jsou pilové pásy s rozdílnou velikostí zubů, podle typu děleného materiálu. Všechna pracoviště jsou obsluhována jedním zaměstnancem.

V zadní části haly je shora otevřený průjezdný lakovací box o rozměrech 26 x 6 m, se dvěma odsávanými pracovišti. Odsávání zajišťuje instalovaná vzduchotechnika přes podlahové rošty a filtry. Pro přívod venkovního vzduchu slouží stropní ventilace. V zimních měsících je možné přiváděný vzduch ohřívat. Na jednom pracovišti je dvěma zaměstnanci nanášena požadovaná ochranná povrchová vrstva, na druhém pracovišti vysychá již hotový kontejner. K nanášení barev jsou používány čtyři vysokotlaké zařízení VYZA VARIO výrobce EST a.s., dvě na základní a dvě na vrchní barvu.

Ostatní prostory haly jsou používány pro dosychání kontejnerů a zrání barvy.



Obr. 10. Hala III – Vzduchotechnika odsávání

2.4. Výrobní hala IV

Hala IV (viz Příloha č.7 – Hala IV) je jednopodlažní betonová budova, její základ tvoří kloubově spojené nosníky. Hala má rozměry 74 x 24 x 10 m. Stěny haly tvoří betonové bloky a profilové drátosklo. Střecha haly je rovná, jako střešní izolace je použita asfaltová lepenka. Budova byla zkolaudována v roce 1984. V hale je umístěn rozvod požární vody pod stálým tlakem, se dvěma hydranty. Hala je uvnitř rozdělena zděnými příčkami na tři části.

Největší ze tří částí haly (viz Příloha č.7 – Hala IV pozice 1) je nevyužitá a umožňuje další rozvoj firmy. Další část haly (viz Příloha č.7 – Hala IV pozice 2) je užívána jako sklad hutního materiálu. Poslední část haly (viz Příloha č.7 – Hala IV pozice 3) je pronajata a nebude dále pojednávána.



Obr. 11. Hala IV – pronajatá část

3. Návrh variant technologické dispozice pracoviště skládání a bodování kontejnerů ABROLL

Způsob manipulace materiálu je stěžejní operací při skládání a bodování kontejneru. Zaměřím se na možnosti manipulace materiálu třemi typy jeřábů. Na použitém jeřábu bude záviset jak dispozice, tak výrobní kapacita pracoviště.

3.1. Manipulace otočným jeřábem (stávající řešení)

U stávajícího řešení (viz Příloha č.8 - Varianta a)) se předpokládá rozfázování výrobního cyklu jednotlivých pracovišť tak, aby se minimalizoval souběh požadavků na jeden, centrálně umístěný, otočný jeřáb. Snahou je docílit ideálního stavu, kdy je souběh požadavku nulový. Teoretický souběh a tedy hodnota ztrátového času byla pro typového představitele stanovena v kapitole 1.3.2. ($T_{E2} = 122$ min). V praxi se tento čas různí, dle aktuálního výrobního programu na jednotlivých pracovištích, průměrná hodnota však přibližně odpovídá hodnotě teoretické.

Výhodou tohoto řešení jsou menší nároky na prostor, ale v minulosti bylo řešení použito hlavně z důvodu možnosti využít otočného jeřábu v majetku firmy.

Nevýhodou řešení je nižší efektivita výroby, způsobená ztrátovými časy T_{E2} . Vyšší požadavky na manipulační prostor při vyvážení sestaveného a nabodovaného kontejneru Abroll. Problémy s délkou vyložení při manipulaci s břemenem a s tím související problém nedostatku místa pro uložení dílů kontejneru tak, aby byly v dosahu jeřábu. Nedostatečný pracovní prostor pro svářeče. Nedostatečná účinnost mobilních svářecích clon.

3.2. Manipulace mostovým jeřábem

Využití manipulace mostovým (viz Příloha č.9 - Varianta b)) jeřábem pro několik pracovišť souběžně rovněž předpokládá rozfázování výrobního cyklu. Na rozdíl od otočného jeřábu nevzniká problém s nepraktickým kruhovým tvarem dosahu výložníku. Díky dosahu jeřábu v celém prostoru haly je možné uložit díly kontejneru dostatečně daleko, aby byl zachován bezpečný pracovní prostor kolem kontejneru.

Výhodou tohoto řešení je dostatečný pracovní prostor pro svářeče. Dobrá účinnost mobilních svářecích clon. Nízké nároky na manipulační prostor při vyvážení sestaveného a nabodovaného kontejneru Abroll. Dostatečný prostor pro uložení dílů kontejneru a jejich snadná dosažitelnost.

Nevýhodou řešení je nižší efektivita výroby, způsobená ztrátovými časy T_{E2} . Vyšší hlučnost spojená s provozem mostového jeřábu.

3.2.1. Efektivní časový fond a využitelná kapacita varianta b) [1]

Efektivní časový fond dělníka pro rok 2014 E_{d2014} .

Počet dnů v roce $D_r = 365$ dnů.

Dny sobot a nedělí $A = 104$ dnů.

Dny placených svátků $B = 9$ dnů.

Dny dovolené $C = 20$ dnů.

Průměrný počet dnů pracovní neschopnosti $G = 8$ dnů.

$$E_{d2014} = D_r - A - B - C - G = 365 - 104 - 9 - 20 - 8 = 224 \text{ dnů.} \quad (5) [1]$$

Efektivní časový fond dělníka hodinový E_{d2014h}

h_d = počet hodin za den

$$E_{d2014h} = E_{d2014} * h_d = 224 * 24 = 5376 \text{ hod.} \quad (6) [1]$$

Využitelná kapacita pracoviště je stanovena 2 100 hodin/rok pro jednosměnný provoz [1].

Výrobní postup - skládání a bodování kontejneru						
Součást:	Kontejner ABROLL 6000x2300x2000				Strana:	1/2
Stroj:	1)	Svářecí poloaumat ForMIG 350 Výr: Formica spol. s r.o. Nitra	Technický plyn:	Argon/CO ₂ : 82% Ar/18% CO ₂		
			Přídavný materiál:	EN 4400:G35 2 C G3Si1		
	2)	Mostový jeřáb - 1000 kg				
Číslo op.	Stroj	Popis operace			Čas op.	Čas ztrát.
10	2	Ustavení lyžin na kozy			8	8
20	1	Přivaření pomocných pásovin ustavujících rozteč lyžin v přední a zadní části 300 mm od kraje			4	
30	2	Ustavení stojiny na lyžiny			7	6
40	1	Svaření lyžin a stojiny			4	
50	-	Umístění prvního svařence žebra na lyžinu, vystředění a doražení na stojinu			4	
60	1	Přivaření prvního svařence žebra ke stojině a lyžině			2	
70	-	Umístění mezižebního vymezovacího pásku na lyžinu a doražení ke svařenci žebra			1	
80	1	Přivaření mezižebního vymezovacího pásku ke spodní části svařence žebra a lyžině			1	
90	-	Umístění svařence žebra na lyžinu, vystředění a doražení na mezižební vymezovací pásek			4	
100	1	Přivaření svařence žebra k vymezovacímu pásku a lyžině			2	
110	-/1	Střídání operace 7 až 10 dle počtu předepsaných žeber - 7x			56	
120	2	Umístění svařence koncového žebra do vypáleného prostoru na konci lyžin			8	7
130	1	Přivaření koncového žebra k lyžinám			4	
140	-	Umístění rolen na koncové žebro			4	
150	1	Přivaření rolen ke koncovému žeburu			2	
160	2	Přesunutí celého svařence na podlahu			10	11
170	-	Sestavení lemové trubky			5	
180	1	Svaření lemové trubky			4	
190	2	Umístění lemové trubky na žebra a stojiny kontejneru			7	8
200	1	Přivaření lemové trubky k žebřům a stojinám			16	

Tab. 4. Výrobní postup mostový jeřáb 1

Výrobní postup - skládání a bodování kontejneru					
Součást:	Kontejner ABROLL 6000x2300x2000			Strana:	2/2
Stroj:	1)	Svářecí poloautomat	Technický plyn:	Argon/CO ₂ : 82% Ar/18% CO ₂	
		ForMIG 350	Přídavný materiál:	EN 4400:G35 2 C G3Si1	
		Výr: Formica spol. s r.o. Nitra			
	2)	Mostový jeřáb - 1000 kg			
Číslo op.	Stroj	Popis operace			Čas op.
210	2	Vložení připraveného plechu do skeletu			7
					6
220	-	Přítlačení plechu ke skeletu ručním přípravkem			1
230	1	Nabodování plechu ke skeletu			4
240	2/-/1	Střídání operace 21 až 23 dle počtu plechů - 16x			192
					212
	-				
		Celkem čas operace T ₁			357
		Celkem čas ztrátový T _z			258
		Celkem minut			615
		Celkem hodin			10,25

Tab. 5. Výrobní postup mostový jeřáb 2

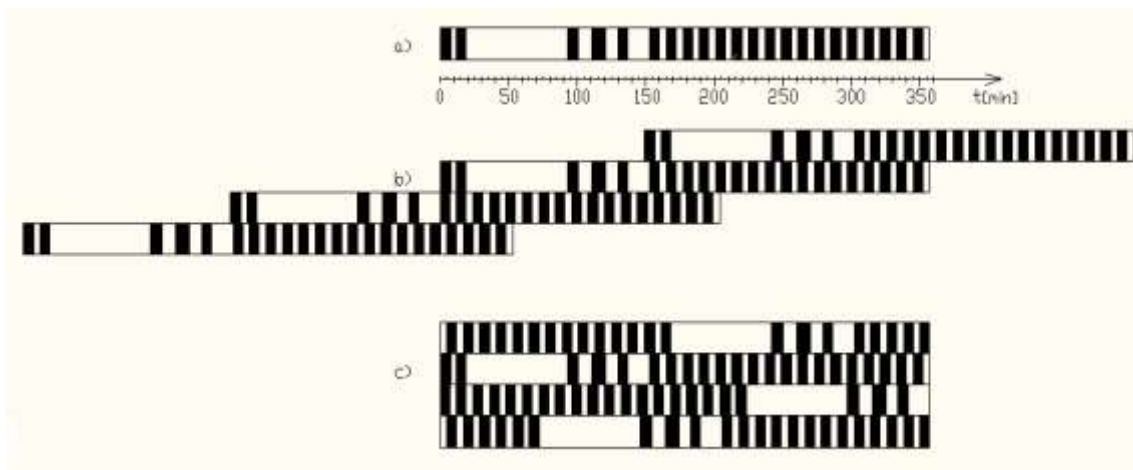
3.2.2. Výpočet technickoorganizačních ztrát T_E

Technickoorganizační ztráty se dělí na ztráty víceprací T_{E1} a ztráty čekáním T_{E2} [2]. Technickoorganizační ztráty jsou dány technologií manipulace břemene. Čtyři pracoviště skládání a bodování kontejnerů Abroll obsluhuje jeden mostový jeřáb. Technickoorganizační ztráty vznikají při čekání jednoho pracoviště na uvolnění jeřábu jiným pracovištěm, jedná se tedy o ztráty T_{E2} .

Stanovení ztrátového času T_{E2} provedu součtem dílčích časů z grafického znázornění (obrázek 12.), zpracovaného v programu Auto CAD.

Postup odečtu hodnot T_{E2} :

- 1) Časy jednotlivých činností získané z výrobního postupu zakreslím do časové osy (obrázek 12. a)). Tmavá pole znázorňují délku práce jednoho pracoviště s jeřábem v minutách, bílá pole znázorňují délku práce bez jeřábu.
- 2) Složení činností všech čtyř pracovišť provedu tak, že začátky činností jednotlivých pracovišť rozfázuji (obrázek 12. b)). Tím dojde k maximálnímu možnému rozložení požadavků jednotlivých pracovišť na jeřáb.
- 3) Časově posunuté začátky činností jednotlivých pracovišť sestavím do jednoho bloku (jedné pracovní směny) pro přehledný odečet hodnot (obrázek 12. c)).
- 4) Grafický záznam práce si rozdělím na dílčí bloky kvůli snazšímu a přehlednějšímu získání hodnot. V hodnoceném bloku sečtu délky všech černých polí a od jejich součtu odečtu hodnotu reálného času posuzovaného bloku, získanou z časové osy. Výsledky z jednotlivých bloků sečtu a získám čas technickoorganizační ztráty. Celkový odečtený ztrátový čas T_E jednoho pracoviště je 258 min. Hodnotu zapracuji do výrobního postupu.



Obr. 12. Grafické znázornění souběhu požadavku na mostový jeřáb

3.2.3. Určení výrobní kapacity [1]

Stanovení výrobní kapacity provedu pomocí převedeného výrobního programu. Využiji skutečného představitele - kontejner Abroll o vnitřních rozměrech 6000 x 2300 x 2000 mm, který tvoří až 60 % výrobního programu. Na kontejner je výše vypracován výrobní postup, ze kterého zjistím časovou náročnost

$$t_p = 615 \text{ min} = 10,25 \text{ hod.}$$

Pro další typy kontejnerů zvolím přepočítací koeficienty podle vzorce:

$$k_j = \frac{t_j}{t_p} \quad (7) [1]$$

k_j = přepočítací koeficient j-tého výrobku

t_j = skutečná pracnost j-tého výrobku

t_p = skutečná pracnost typového představitele.

Roční výrobní kapacita pro typového představitele Q_p

$$Q_p = \frac{E_{d2014h}}{t_p} = \frac{5376}{10,25} = 524,49 \text{ ks/rok.} \quad (8) [1]$$

Roční výrobní kapacita jednoho pracoviště skládání a bodování kontejneru je 524 kontejnerů, odpovídajících náročností typovému představiteli.

3.3. Manipulace portálovým jeřábem

Využitím samostatného portálového jeřábu (viz Příloha č.10 - Varianta c)) pro každé pracoviště nevzniká problém s fázováním výrobního cyklu. Odpadá problém se ztrátovým časem T_E .

Výhodou tohoto řešení je dostačující pracovní prostor pro svářeče. Dobrá účinnost mobilních svářecích clon. Nízké nároky na manipulační prostor při vyvážení sestaveného a nabodovaného kontejneru Abroll. Dostatečný prostor pro uložení dílů kontejneru a jejich snadná dosažitelnost.

Nevýhodou řešení jsou nároky na prostor pro uložení kolejnic jeřábové dráhy. Vyšší hlučnost spojená s provozem portálového jeřábu a navýšení hlučnosti souběhem činnosti více jeřábů.

3.3.1. Efektivní časový fond a využitelná kapacita varianta c) [1]

Efektivní časový fond dělníka pro rok 2014 E_{d2014} .

Počet dnů v roce $D_r = 365$ dnů.

Dny sobot a nedělí $A = 104$ dnů.

Dny placených svátků $B = 9$ dnů.

Dny dovolené $C = 20$ dnů.

Průměrný počet dnů pracovní neschopnosti $G = 8$ dnů.

$$E_{d2014} = D_r - A - B - C - G = 365 - 104 - 9 - 20 - 8 = 224 \text{ dnů.} \quad (9) [1]$$

Efektivní časový fond dělníka hodinový E_{d2014h}

h_d = počet hodin za den

$$E_{d2014h} = E_{d2014} * h_d = 224 * 24 = 5376 \text{ hod.} \quad (10) [1]$$

Využitelná kapacita pracoviště je stanovena 2 100 hodin/rok pro jednosměnný provoz [1].

Výrobní postup - skládání a bodování kontejneru						
Součást:	Kontejner ABROLL 6000x2300x2000			Strana:		1/2
Stroj:	1)	Svářecí poloaument ForMIG 350 Výr: Formica spol. s r.o. Nitra	Technický plyn:	Argon/CO ₂ : 82% Ar/18% CO ₂		
			Přídavný materiál:	EN 4400:G35 2 C G3Si1		
	2)	Portálový jeřáb - 1000 kg				
Číslo op.	Stroj	Popis operace			Čas op.	Čas ztrát.
10	2	Ustavení lyžin na kozy			8	
20	1	Přivaření pomocných pásovin ustavujících rozteč lyžin v přední a zadní části 300 mm od kraje			4	
30	2	Ustavení stojiny na lyžiny			7	
40	1	Svaření lyžin a stojiny			4	
50	-	Umístění prvního svařence žebra na lyžinu, vystředění a doražení na stojinu			4	
60	1	Přivaření prvního svařence žebra ke stojině a lyžině			2	
70	-	Umístění mezižebního vymezení pásku na lyžinu a doražení ke svařenci žebra			1	
80	1	Přivaření mezižebního vymezení pásku ke spodní části svařence žebra a lyžině			1	
90	-	Umístění svařence žebra na lyžinu, vystředění a doražení na mezižební vymezení pásek			4	
100	1	Přivaření svařence žebra k vymezení pásku a lyžině			2	
110	-/1	Střídání operace 7 až 10 dle počtu předepsaných žebor - 7x			56	
120	2	Umístění svařence koncového žebra do vypáleného prostoru na konci lyžin			8	
130	1	Přivaření koncového žebra k lyžinám			4	
140	-	Umístění rolen na koncové žebro			4	
150	1	Přivaření rolen ke koncovému žeboru			2	
160	2	Přesunutí celého svařence na podlahu			10	
170	-	Sestavení lemové trubky			5	
180	1	Svaření lemové trubky			4	
190	2	Umístění lemové trubky na žebra a stojiny kontejneru			7	
200	1	Přivaření lemové trubky k žeborům a stojinám			16	

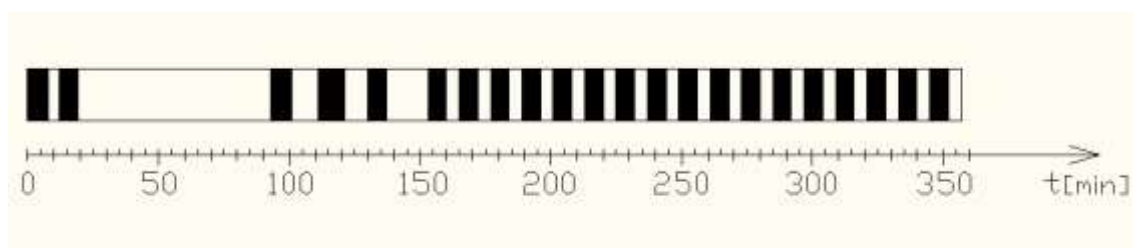
Tab. 6. Výrobní postup portálový jeřáb 1

Výrobní postup - skládání a bodování kontejneru					
Součást:	Kontejner ABROLL 6000x2300x2000			Strana:	2/2
Stroj:	1)	Svářecí poloaufomat ForMIG 350 Výr: Formica spol. s r.o. Nitra	Technický plyn:	Argon/CO ₂ : 82% Ar/18% CO ₂	
			Přídavný materiál:	EN 4400:G35 2 C G3Si1	
	2)	Portálový jeřáb - 1000 kg			
Číslo op.	Stroj	Popis operace			Čas op.
210	2	Vložení připraveného plechu do skeletu			7
220	-	Přitlačení plechu ke skeletu ručním přípravkem			1
230	1	Nabodování plechu ke skeletu			4
240	2/-/1	Střídání operace 21 až 23 dle počtu plechů - 16x			192
		Celkem čas operace T ₁			357
		Celkem čas ztrátový T _z			0
		Celkem minut			357
		Celkem hodin			5,95

Tab. 7. Výrobní postup portálový jeřáb 2

3.3.2. Výpočet technickoorganizačních ztrát T_E

U varianty s použitím samostatného jeřábu pro každé pracoviště nevznikají technickoorganizační ztráty.



Obr. 13. Grafické znázornění souběhu požadavku na portálový jeřáb

3.3.3. Určení výrobní kapacity [1]

Stanovení výrobní kapacity provedu pomocí převedeného výrobního programu. Využiji skutečného představitele - kontejner Abroll o vnitřních rozměrech 6000 x 2300 x 2000 mm, který tvoří až 60 % výrobního programu. Na kontejner je výše vypracován výrobní postup, ze kterého získám časovou náročnost

$$t_p = 357 \text{ min} = 5,95 \text{ hod.}$$

Pro další typy kontejnerů zvolím přepočítací koeficienty podle vzorce:

$$k_j = \frac{t_j}{t_p} \quad (11) [1]$$

k_j = přepočítací koeficient j-tého výrobku

t_j = skutečná pracnost j-tého výrobku

t_p = skutečná pracnost typového představitele.

Roční výrobní kapacita pro typového představitele Q_p

$$Q_p = \frac{Ed_{2014h}}{t_p} = \frac{5376}{5,95} = 903,53 \text{ ks/rok} . \quad (12) [1]$$

Roční výrobní kapacita jednoho pracoviště skládání a bodování kontejneru je 904 kontejnerů, odpovídajících náročností typovému představiteli.

4. Ekonomický rozbor řešení technologické dispozice

4.1. Volba parametrů zvedacích zařízení

Varianta a) - parametry kopírují stávající používané řešení.

Varianta b)

Zdvih - volím shodný s variantou a), tedy 4 m, tato výška se osvědčila jako vyhovující.

Rozpětí – je dáno šířkou haly, tedy 22 m.

Délka jeřábové dráhy – je dána délkou haly, tedy 44 m.

Nosnost – parametr jsem zvolil jako součet hmotnosti nejtěžšího manipulovaného dílu (abrollrám - 560 kg) a rezervy (navýšení o 80 %). Požadovaná nosnost je tedy 1 tuna.

Varianta c)

Zdvih - volím shodný s variantou a), tedy 4 m, tato výška se osvědčila jako vyhovující.

Rozpětí – je dáno požadavkem na dostatečný manipulační prostor, tedy 6 m.

Délka jeřábové dráhy – je dána součtem délky kontejneru, prostoru pro ukládání dílů ke skládání kontejneru a požadavkem na dostatečný manipulační prostor, tedy 10 m.

Nosnost – parametr jsem pro obě varianty zvolil jako součet hmotnosti nejtěžšího manipulovaného dílu (abrollrám - 560 kg) a rezervy (navýšení o 80 %). Požadovaná nosnost je tedy 1 tuna.

4.2. Poptávka zvedacích zařízení

Shrnutí a formulace poptávky:

Varianta a)

Otočný jeřáb sloupový elektrický 360 °, nosnost 3,2 tuny, vyložení 6 m, zdvih 4 m. (Poptávka se shoduje se stávajícím řešením.)

Varianta b)

Mostový jeřáb jedno-nosníkový, nosnost 1 tuna, rozpětí 22 m, zdvih 4 m, délka jeřábové dráhy 44 m. Jeřábová dráha je umístěna na samostatných pilířích s možností ukotvení do stěn haly.

Varianta c)

Portálový jeřáb elektrický, nosnost 1 tuna, rozpětí 6 m, zdvih 4 m, délka jeřábové dráhy 10 m.

Cena byla poptána včetně montáže „na klíč“. Podlaha haly vyhovuje požadavkům pro umístění zvedacích zařízení, stavební úpravy nejsou vyžadovány.

S poptávkou jsem oslovil firmy EGW Cranes s.r.o., Ganas spol. s r.o., Iteco s.r.o., Jass a.s., Jeřáby Jílové spol. s r.o., Jeřáby Petr Bárta a Pavel Fürst – autorizovaný stavitel.

Cenovou nabídku mi zajistil p. Pavel Fürst, autorizovaný stavitel, od firmy Ganas spol. s r.o., se kterou spolupracuje. Firmy Iteco s.r.o. a Jass a.s. se z kapacitních důvodů poptávkou nezabývaly, od ostatních firem jsem nedostal žádnou zpětnou vazbu.

GANAS, spol. s r.o. Zlín, Hlavníčkovo nábřeží 5362, 760 01 ZLÍN

Pavel Füst - autorizovaný stavitel

inženýrská činnost a realizace staveb

IČ: 878 32 313

mobil: +420 605 906 492

email: fust.pavel@email.cz

VE ZLÍNĚ DNE 2014-04-18

Věc: **Předběžná cenová nabídka č. 113/2014**

1. Otočný sloupový jeřáb nosnost 3,2t, úhel otáčení 360°, vyložení 6m, zdvih 4m – výroba, dodávka, montáž

Předběžná cena 480 000,- Kč / 1 ks

2. Mostový jednonosníkový jeřáb 1t, rozpětí 22m, zdvih 4m – výroba, dodávka, montáž

Předběžná cena 700 000,- Kč / 1ks

Jeřábová dráha 44m se sloupy – výroba, dodávka, montáž

Předběžná cena 460 000,- Kč / 1ks

Napájení v délce 44m

Předběžná cena 45 000,- Kč / 1ks

3. Portálový elektrický jeřáb nosnost 1t, rozpětí 6m, zdvih 4m – výroba, dodávka, montáž

Předběžná cena 380 000,- Kč / 1ks

Jeřábová dráha 10m, montáž na podlahu haly – výroba, dodávka, montáž

Předběžná cena 170 000,- Kč / 1ks

Napájení, dl.10m

Předběžná cena 20 000,- Kč / 1ks

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

S pozdravem

Vlastimil Blažek
Referent přípravy výroby

TELEFON : 577523136

BANKOVNÍ SPOJENÍ

IČO

e-mail : ganas@ganas.cz

FAX : 577522512

KB Zlín 1112703-661/0100

46994181

http : www.ganas-jeřaby.cz

4.3. Ekonomický rozbor jednotlivých variant

Počáteční investice, nutná na pořízení jeřábu u jednotlivých řešených variant, bude rozpočítána do ceny kontejneru v časovém období jednoho roku.

4.3.1. Varianta a1)

Dle cenové nabídky jsou náklady na realizaci otočného jeřábu 480 000,- Kč. Jeřáb obsluhuje 3 pracoviště. Náklady na jedno pracoviště jsou ve výši jedné třetiny celkové částky, tedy 160 000,- Kč.

$$V_p = \frac{V_c}{p} = \frac{480\,000}{3} = 160\,000 \text{ Kč} \quad (13)$$

V_c = celkové pořizovací náklady

V_p = náklady na jedno pracoviště

p = počet pracovišť

Produkce typového představitele u varianty s otočným jeřábem je 674 ks/rok (viz kapitola 1.3.3. Určení výrobní kapacity).

Navýšení nákladů na jeden kontejner zjistím vydělením nákladů na jedno pracoviště počtem kontejnerů vyrobených za rok.

V_k = náklady na jeden kontejner

$$V_k = \frac{V_p}{Q_p} = \frac{160\,000}{674} = 237,39 \text{ Kč/ks/rok} \quad (14)$$

Při produkci 674 ks kontejnerů na pracoviště za rok, se náklady na výrobu jednoho kontejneru po dobu jednoho roku zvýší o 237 Kč.

4.3.2. Varianta a2)

Náklady na realizaci otočného jeřábu jsou 480 000,- Kč. Jeřáb je dimenzovaný na obsluhu 3 pracovišť. Pokud bude při realizaci projektu vytíženo pouze jedno pracoviště, budou náklady na jedno pracoviště v plné výši ceny jeřábu, tedy 480 000,- Kč.

$$V_p = \frac{V_c}{p} = \frac{480\,000}{1} = 480\,000 \text{ Kč} \quad (15)$$

V_c = celkové pořizovací náklady

V_p = náklady na jedno pracoviště

p = počet pracovišť

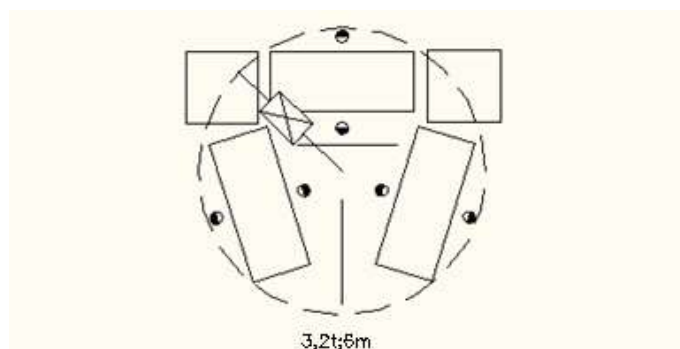
Produkce typového představitele u varianty s otočným jeřábem je 674 ks/rok (viz kapitola 1.3.3. Určení výrobní kapacity).

Navýšení nákladů na jeden kontejner zjistím vydělením nákladů na jedno pracoviště počtem kontejnerů vyrobených za rok.

V_k = náklady na jeden kontejner

$$V_k = \frac{V_p}{Q_p} = \frac{480\,000}{674} = 712,17 \text{ Kč/ks/rok} \quad (16)$$

Při produkci 674 ks kontejnerů na pracoviště za rok, se náklady na výrobu jednoho kontejneru po dobu jednoho roku zvýší o 712 Kč.



Obr. 14. Rozložení pracovišť kolem otočného jeřábu

4.3.3. Varianta b1)

Náklady na zhotovení mostového jeřábu včetně jeřábové dráhy a napájení jsou 1 205 000,- Kč, při jednom instalovaném jeřábu. Jeřáb obsluhuje 4 pracoviště. Náklady na jedno pracoviště jsou ve výši jedné čtvrtiny celkové částky, tedy 301 250,- Kč.

$$V_p = \frac{V_c}{p} = \frac{1\,205\,000}{4} = 301\,250 \text{ Kč} \quad (17)$$

V_c = celkové pořizovací náklady

V_p = náklady na jedno pracoviště

p = počet pracovišť

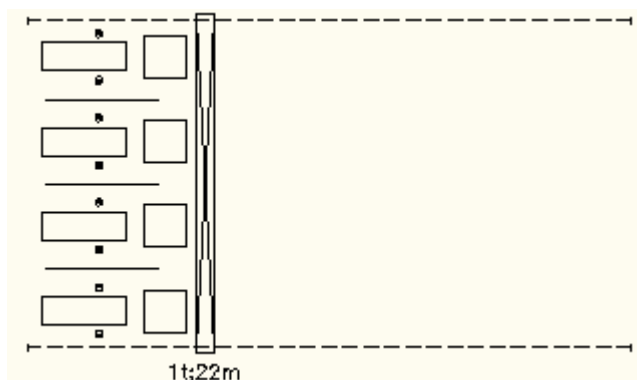
Produkce typového představitele u varianty s mostovým jeřábem je 524 ks/rok (viz kapitola 3.2.3. Určení výrobní kapacity).

Navýšení nákladů na jeden kontejner zjistím vydělením nákladů na jedno pracoviště počtem kontejnerů vyrobených za rok.

V_k = náklady na jeden kontejner

$$V_k = \frac{V_p}{Q_p} = \frac{301\,250}{524} = 574,91 \text{ Kč/ks/rok} \quad (18)$$

Při produkci 524 ks kontejnerů na pracoviště za rok, se náklady na výrobu jednoho kontejneru po dobu jednoho roku zvýší o 575 Kč.



Obr. 15. Rozložení pracovišť s jedním mostovým jeřábem

4.3.4. Varianta b2)

Při instalaci dvou jeřábů na společnou jeřábovou dráhu, jsou náklady na zhotovení mostového jeřábu včetně jeřábové dráhy a napájení 1 905 000,- Kč. Jeřáb obsluhuje 8 pracovišť. Náklady na jedno pracoviště jsou ve výši jedné osminy celkové částky, tedy 238 125,- Kč.

$$V_p = \frac{V_c}{p} = \frac{1\,905\,000}{8} = 238\,125 \text{ Kč} \quad (19)$$

V_c = celkové pořizovací náklady

V_p = náklady na jedno pracoviště

p = počet pracovišť

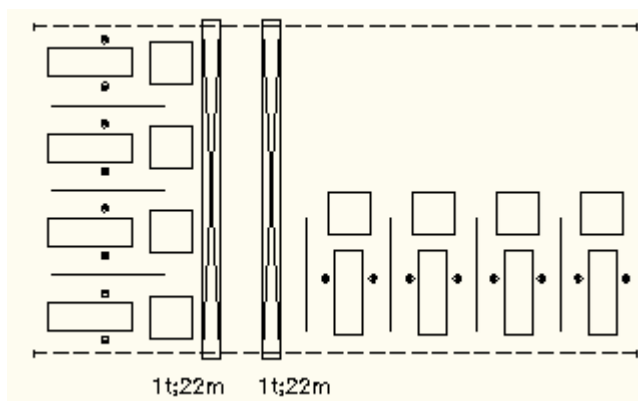
Produkce typového představitele u varianty s mostovým jeřábem je 524 ks/rok (viz kapitola 3.2.3. Určení výrobní kapacity).

Navýšení nákladů na jeden kontejner zjistím vydělením nákladů na jedno pracoviště počtem kontejnerů vyrobených za rok.

V_k = náklady na jeden kontejner

$$V_k = \frac{V_p}{Q_p} = \frac{238\,125}{524} = 454,44 \text{ Kč/ks/rok} \quad (20)$$

Při produkci 524 ks kontejnerů na pracoviště za rok, se náklady na výrobu jednoho kontejneru po dobu jednoho roku zvýší o 454 Kč.



Obr. 16. Rozložení pracovišť se dvěma mostovými jeřáby

4.3.5. Varianta c)

Dle cenové nabídky jsou náklady na instalaci portálového jeřábu včetně jeřábové dráhy a napájení 570 000,- Kč. Jeřáb obsluhuje 1 pracoviště. Náklady na jedno pracoviště jsou tedy 570 000,- Kč.

$$V_p = \frac{V_c}{p} = \frac{570\,000}{1} = 570\,000 \text{ Kč} \quad (21)$$

V_c = celkové pořizovací náklady

V_p = náklady na jedno pracoviště

p = počet pracovišť

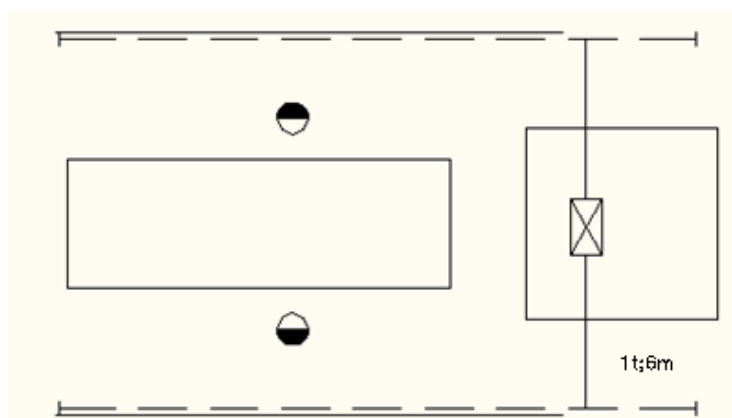
Produkce typového představitele u varianty s mostovým jeřábem je 904 ks/rok (viz kapitola 3.3.3. Určení výrobní kapacity).

Navýšení nákladů na jeden kontejner zjistím vydělením nákladů na jedno pracoviště počtem kontejnerů vyrobených za rok.

V_k = náklady na jeden kontejner

$$V_k = \frac{V_p}{Q_p} = \frac{570\,000}{904} = 630 \text{ Kč/ks/rok} \quad (22)$$

Při produkci 904 ks kontejnerů na pracoviště za rok, se náklady na výrobu jednoho kontejneru po dobu jednoho roku zvýší o 630 Kč.



Obr. 17. Rozložení pracoviště – portálový jeřáb

5. Celkové zhodnocení přínosu diplomové práce

Cílem této práce byl návrh nového pracoviště skládání a bodování kontejnerů typu Abroll, u kterého se nebudou vyskytovat nedostatky, zjištěné při analýze stávajícího pracoviště, sníží se výrobní náklady a dojde k optimalizaci výrobních časů kontejneru.

Při posouzení problematiky kritériem minimálních investic, bude stávající řešení jednoznačně nejvhodnější. Vytvořením tří pracovišť, kolem jednoho otočného jeřábu, se zvýší náklady na jeden kontejner o 237 Kč (po dobu jednoho roku) a výrobní kapacita se zvýší o 3 x 674 ks/rok, celkem tedy o 2 022 ks/rok. Toto řešení však neodstraní zjištěné nedostatky, nedojde k optimalizaci výrobních časů a z dlouhodobého hlediska nedojde ani ke snížení výrobních nákladů. Další značnou nevýhodou toho řešení je nutnost expandovat skokově po třech pracovištích a s tím související potřeba všechny pracoviště plně vytížit. Při vytížení pouze jednoho pracoviště se výrobní kapacita zvýší lineárně o 674 ks/rok, ale náklady na výrobu jednoho kontejneru se po dobu jednoho roku zvýší exponenciálně o 712 Kč.

Kritérium maximální produktivity upřednostní variantu c), kde je k manipulaci využito samostatného portálového jeřábu pro každé pracoviště. Vytvořením jednoho pracoviště, skládání a bodování kontejneru Abroll, se zvýší výrobní kapacita o 904 ks kontejnerů za rok a náklady na výrobu jednoho kontejneru po dobu jednoho roku se zvýší o 630 Kč. Pracoviště s portálovým jeřábem současně optimalizuje všechny zjištěné nedostatky stávajícího řešení. Dochází ke zvýšení efektivity výroby, díky odstranění ztrátových časů T_{E2} . Sníží se požadavky na manipulační prostor při vyvážení sestaveného a nabodovaného kontejneru. Nevznikají problémy s délkou vyložení při manipulaci s břemenem a s tím související problém nedostatku místa pro uložení dílů kontejneru tak, aby byly v dosahu jeřábu. Na novém pracovišti je dostačující pracovní prostor pro svářeče a díky tomu je i dobrá účinnost mobilních svářecích clon. Varianta portálového jeřábu rovněž podporuje plynulý rozvoj a zvyšování kapacity firmy, protože je budováno vždy jen jedno pracoviště.

Využití k manipulaci břemene mostový jeřáb se jeví jako nejméně vhodné řešení. U této varianty je nejnižší produktivita výroby při poměrně vysokých vstupních investicích. Použití mostového jeřábu sice zlepší část problémů zjištěných u stávajícího řešení, ale současně část problémů zhorší.

I přesto, že vybudování portálového jeřábu vyžaduje vyšší počáteční investice, splňuje tato varianta nejlépe cíle stanovené v úvodu práce. Částku nutnou na vybudování portálového jeřábu je u této varianty možné ještě snížit jak nákupem více jeřábů současně, tak například zhotovením jeřábové dráhy svépomocí. Z dlouhodobého hlediska se jedná o velmi perspektivní řešení, které by mělo být dále projednáno a podrobněji rozpracováno.

6. Seznam použité literatury

- [1] SMETANA, Jiří. *Projektování technologických pracovišť: určeno pro posl. fak. strojní a elektrotechn.* 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 191, II s. ISBN 80-707-8033-9.

- [2] SKALÍK, Pavel a Josef NOVÁK. *Základy projektování: učební text.* Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2012, 191, II s. ISBN 978-80-248-2678-3.

7. Seznam použitých značek a symbolů

Značka	Jednotka	Název
A	den	počet sobot a nedělí v roce
B	den	počet placených svátků za rok
C	den	počet dnů dovolené za rok
D_r	den	počet dnů v roce
E_{d2014}	den	efektivní časový fond dělníka v roce 2014
E_{d2014h}	hod	efektivní hodinový fond dělníka za rok 2014
G	den	průměrný počet dnů pracovní neschopnosti za rok
Q_p	ks/rok	roční výrobní kapacita pro typového představitele
V_c	Kč	celkové pořizovací náklady
V_p	Kč	náklady na jedno pracoviště
h_d	hod	počet hodin za jeden den
k_j	-	přepočítací koeficient j-tého výrobku
p	-	počet pracovišť
t_j	min	skutečná pracnost j-tého výrobku
t_p	min	skutečná pracnost typového představitele

8. Seznam použitých obrázků

Obrázek 1.	Odpadové kontejnery
	Vlevo: Kontejner typ Abroll
	Vpravo: Kontejner typ Mulden
Obrázek 2.	Schéma natahování (zdroj: Norma DIN 30722-1:2007-02)
Obrázek 3.	Abrollrám speciál
Obrázek 4.	Montáž žeber kontejneru
Obrázek 5.	Dokončený skelet a vkládání vnitřních plechů
Obrázek 6.	Dokončený skelet a vkládání vnitřních plechů
Obrázek 7.	Pracoviště dovařování
Obrázek 8.	Grafické znázornění souběhu požadavku na otočný jeřáb
Obrázek 9.	Hala II
Obrázek 10.	Hala III – Vzduchotechnika odsávání
Obrázek 11.	Hala IV – pronajatá část
Obrázek 12.	Grafické znázornění souběhu požadavku na mostový jeřáb
Obrázek 13.	Grafické znázornění souběhu požadavku na portálový jeřáb
Obrázek 14.	Rozložení pracovišť kolem otočného jeřábu
Obrázek 15.	Rozložení pracovišť s jedním mostovým jeřábem
Obrázek 16.	Rozložení pracovišť se dvěma mostovými jeřáby
Obrázek 17.	Rozložení pracoviště – portálový jeřáb

9. Seznam použitých tabulek

Tabulka 1.	Výrobní postup otočný jeřáb 1
Tabulka 2.	Výrobní postup otočný jeřáb 2
Tabulka 3.	Šachovnicová tabulka materiálových toků
Tabulka 4.	Výrobní postup mostový jeřáb 1
Tabulka 5.	Výrobní postup mostový jeřáb 2
Tabulka 6.	Výrobní postup portálový jeřáb 1
Tabulka 7.	Výrobní postup portálový jeřáb 2

10. Seznam použitých vzorců

(1)	$E_{d2014} = D_r - A - B - C - G$	[den]	efektivní časový fond dělníka rok 2014
(2)	$E_{d2014h} = E_{d2014} * h_d$	[hod]	efektivní hod. fond dělníka rok 2014
(3)	$k_j = \frac{t_j}{t_p}$	[-]	přepočtový koeficient kontejneru
(4)	$Q_p = \frac{E_{d2014h}}{t_p}$	[ks/rok]	roční výrobní kapacita typ.představitele
(5)	$E_{d2014} = D_r - A - B - C - G$	[den]	efektivní časový fond dělníka rok 2014
(6)	$E_{d2014h} = E_{d2014} * h_d$	[hod]	efektivní hod. fond dělníka rok 2014
(7)	$k_j = \frac{t_j}{t_p}$	[-]	přepočtový koeficient kontejneru
(8)	$Q_p = \frac{E_{d2014h}}{t_p}$	[ks/rok]	roční výrobní kapacita typ.představitele
(9)	$E_{d2014} = D_r - A - B - C - G$	[den]	efektivní časový fond dělníka rok 2014
(10)	$E_{d2014h} = E_{d2014} * h_d$	[hod]	efektivní hod. fond dělníka rok 2014
(11)	$k_j = \frac{t_j}{t_p}$	[-]	přepočtový koeficient kontejneru
(12)	$Q_p = \frac{E_{d2014h}}{t_p}$	[ks/rok]	roční výrobní kapacita typ.představitele
(13)	$V_p = \frac{V_c}{p}$	[Kč]	náklady na jedno pracoviště
(14)	$V_k = \frac{V_p}{Q_p}$	[Kč/ks/rok]	navýšení nákladů na kontejner/rok
(15)	$V_p = \frac{V_c}{p}$	[Kč]	náklady na jedno pracoviště
(16)	$V_k = \frac{V_p}{Q_p}$	[Kč/ks/rok]	navýšení nákladů na kontejner/rok
(17)	$V_p = \frac{V_c}{p}$	[Kč]	náklady na jedno pracoviště
(18)	$V_k = \frac{V_p}{Q_p}$	[Kč/ks/rok]	navýšení nákladů na kontejner/rok

- | | | | |
|------|-------------------------|-------------|-----------------------------------|
| (19) | $V_p = \frac{V_c}{p}$ | [Kč] | náklady na jedno pracoviště |
| (20) | $V_k = \frac{V_p}{Q_p}$ | [Kč/ks/rok] | navýšení nákladů na kontejner/rok |
| (21) | $V_p = \frac{V_c}{p}$ | [Kč] | náklady na jedno pracoviště |
| (22) | $V_k = \frac{V_p}{Q_p}$ | [Kč/ks/rok] | navýšení nákladů na kontejner/rok |

11. Seznam příloh

Příloha č.1	Abrollrám
Příloha č.2	Abroll
Příloha č.3	Schéma firmy
Příloha č.4	Hala I
Příloha č.5	Hala II
Příloha č.6	Hala III
Příloha č.7	Hala IV
Příloha č.8	Varianta a)
Příloha č.9	Varianta b)
Příloha č.10	Varianta c)